

Utjecaj vrste meda i homogenizacije na reološka svojstva majoneze

Tihomir Moslavac^{1*}, Drago Šubarić¹, Jurislav Babić¹, Tina Ivković¹

Sažetak

Reološka mjerenja su vrlo važna u prehrambenoj industriji kao sredstvo za fizičku karakterizaciju sirovine prije prerade, za poluproizvode tijekom proizvodnje i za gotovu hranu. U ovom radu istraživana je utjecaj vrste meda, brzine rotora i vremena homogenizacije na reološka svojstva majoneze s medom. Korištene su vrste meda: bagremov, lipov, šumski, proljetni. Za izradu majoneze korišteno je rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip). Mehanički proces homogenizacije majoneze proveden je kod 10000 o/min, 12000 o/min i vremenu od 2 i 4 minute pri sobnoj temperaturi. Majoneza sa 75% uljne faze izrađena je po tradicionalnoj recepturi bez dodanog konzervansa, čime je trajnost proizvoda vremenski ograničena. Mjerenja reoloških svojstava provedena su na rotacijskom viskozimetru s koncentričnim cilindrima, pri temperaturi od 25 °C. Iz dobivenih podataka izračunati su reološki parametri: prividna viskoznost, koeficijent konzistencije i indeks tečenja. Rezultati istraživanja pokazuju da vrsta meda utječe na reološka svojstva majoneze s medom. Porastom brzine rotora i vremena trajanja procesa homogenizacije mijenja se reološka svojstva majoneze.

Ključne riječi: majoneza, reološka svojstva, proces homogenizacije, vrsta meda

Uvod

Reološka analiza hrane pomaže nam da identificiramo odgovarajuću teksturu proizvoda kako bi ispunili očekivanja potrošača. Reologija hrane pomaže nam pri stvaranju „osjeta“ koji se očekuje od proizvoda, kao što su određeni kremasti doživljaj, sočnost, krtost ili mekoća. Karakterizacija reoloških svojstava hrane od sve je veće važnosti za procjenu kvalitete sirovina, predviđanje ponašanja materijala tijekom prerade te za ispunjavanje zahtjeva za skladištenjem i stabil-

nošću. Kao prehrambeni proizvod majoneza je vrlo prihvaćena i široko konzumirana (Cristina, 2005.). Ona je jedan od najkorištenijih umaka u svijetu i potrošači ju najčešće koriste kao sendvič namaz, a predstavlja mješavinu ulja, jaja, octa i začina (Singla i sur., 2013.). Po sastavu majoneza predstavlja polučvrstu emulziju tipa ulje/voda pripremljenu emulgiranjem jestivog biljnog ulja s ostalim sastojcima (žumanjak jajeta, ocat, senf i dr.). Prema Pravilniku (NN 39/1999) majoneza

¹ prof. dr. sc. Tihomir Moslavac; Prof. dr. sc. Drago Šubarić; Prof. dr. sc. Jurislav Babić; Tina Ivković, student; Prehrambeno - tehnološki fakultet Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska.

*Autor za korespondenciju: Tihomir.Moslavac@ptfos.hr

(punomasna) mora sadržavati minimalno 75% jestivog biljnog ulja, koje čini uljnu fazu proizvoda. McClements i Demetriades (1998.) utvrđuju da biljno ulje kao osnovni sastojak majoneze ima važnu ulogu u stvaranju ovog tipa emulzije ulje/voda, na vrlo specifičan način doprinosi okusu, izgledu, teksturi i oksidacijskoj stabilnosti. Količina uljne faze u majonezi ima značajan učinak na reološka svojstva, kao što je vrijednost prinosna, modul skladištenja i modul gubitka, ali nisu uočene razlike zbog sredstava za zgušnjavanje. Štern (2007.) ukazuje na utjecaj količine ulja na viskoznost majoneze opaženu u ustima te na mazivost ovih proizvoda. Korištenjem određene vrste jestivog biljnog ulja postiže se željeni sastav masnih kiselina i tokoferola, koji imaju funkciju prirodnih antioksidansa te se mogu poboljšati prehrambena i senzorska svojstva majoneze (Kostyra i Barylko-Pikielna, 2007.). Suncokretovo ulje linolnog tipa koje se koristi u proizvodnji majoneze ima funkciju obogaćivanja proizvoda visokim udjelom esencijalnog linolnog masnog kiselinom i tokoferolima (prirodni antioksidansi), koji doprinose većoj stabilnosti majoneze prema oksidacijskom kvarenju. Žumanjak jajeta vrlo je važan za stabilnost ovog proizvoda koji predstavlja emulziju tipa ulje/voda (Hasenhuettl, 2008.; Narsimhan i Wang, 2008.). Žumanjak se koristi u izradi majoneze kao emulgator te daje željeni okus i boju (Baldwin, 1990.; Mine, 1998.). Emulgirajući kapacitet žumanjaka jajeta uglavnom je zbog prisutnosti fosfolipida, lipoproteina visoke gustoće (HDL) i niske gustoće (LDL). Ocat, sol, šećer i senf dodaju se majonezi kao sastojci za okus, ali također ovi sastojci igraju važnu ulogu u fizičkoj stabilnosti emulzije (McClements i Decker, 2000.). Dodatkom luteina i drugih spojeva (Batista, 2006.), procesirane cikle (Raikos, 2016.) te voćne komponente postiže se veća oksidacijska stabilnost te specifičan okus i boja majoneze koja potiče zanimanje potrošača prema novim okusima i novim proizvodima. Danas određivanje reoloških svojstava predstavlja značajan čimbenik kvalitete hrane (Mezger, 2002.) tako i proizvoda koji predstavljaju emulziju tipa ulje/voda (majoneze, umaci). Poznavanje reoloških svojstava ovih proizvoda važno je kod kreiranja određene konzistencije i viskoznosti majoneze (Štern i sur., 2001.), u kontroli kvalitete tijekom proizvodnje, skladištenja i transporta (Juszczak i sur., 2003.). Reološka svojstva majoneze određena su

udjelom i sastavom uljne faze, prisutnošću emulgatora, stabilizatora i zgušnjivača (Wendin i Hall, 2001.). Kvaliteta ovih proizvoda, njihova stabilnost i viskoznost ovise o procesu homogeniziranja (Wendin i sur., 1999.), raspršenosti i dispergiranošću kapljica ulja u vodenoj kontinuiranoj fazi majoneze, žumanjku jajeta (Guilmineau i Kulozik, 2007.; Xiong i sur., 2000; Laca i sur., 2010.), vrsti ugljikohidrata (Ruiling i sur., 2011.) te udjelu i vrsti mliječne komponente (Dybowska, 2008.). U proizvodima ovog tipa emulzija, kapljice ulja su mehaničkim postupkom dispergirane u kontinuiranoj vodenoj fazi octa te se djelovanjem prirodnog emulgatora iz žumanjka jajeta (fosfolipidi, proteini) postiže veća stabilizacija cijelog sustava (Kiosseoglou, 2003.; Castellani i sur., 2006.). Procesni parametri homogenizacije (brzina rotora, vrijeme trajanja) imaju važnu ulogu kod formiranja emulzije ulje/voda. Također izbor rotor/stator sustava kojim se formiraju kapljice ulja većeg ili manjeg promjera utječe na različitu stabilnost emulzije ulje/voda. Danas se reološka svojstva kao i ponašanje majoneze neprestano istražuje s obzirom da na stav potrošača utječu sastavom, konzistencijom, okusom, bojom ali i primjenom na salate, pomfrit i druga jela (Franco i sur., 1995.; Akhtar i sur., 2005.; Abu-Jdayil, 2003.).

U ovom radu istraživao je utjecaj dodatka četiri vrste meda, kao i procesnih parametara homogenizacije (brzina rotora, vrijeme izrade majoneze) na reološka svojstva majoneze kod temperature mjerenja od 25 °C.

Materijal i metode

Materijali koji su korišteni za izradu majoneze s dodatkom meda su:

- Uljna faza 75 % (rafinirano suncokretovo ulje),
- Žumanjak jajeta kokoši 8%,
- Med 3,5 % (bagremov, proljetni, lipov, šumski),
- Alkoholni ocat 4 %,
- Morska sol 1 %,
- Vinska kiselina 0,1 %,
- Destilirana voda 8,4 %.

Rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip) čini uljnu fazu majoneze, a dobiveno je iz Tvornice ulja Čepin. U lokalnoj trgovini nabavljeni su alkoholni ocat i morska sol. Žumanjak jajeta kokoši nabavljen je od privatnog dobavljača te je priređen kao svježi. Četiri vrste meda (bagremov,

proljećni, lipov, šumski) nabavljeni su od privatnog dobavljača. Vinska kiselina nabavljena je od firme Alkaloid, Skopje, a dodaje se u funkciji regulatora kiselosti majoneze.

Priprema majoneze

Uzorci majoneze s dodatkom meda napravljeni su na tradicionalan način u laboratorijskim uvjetima, pri sobnoj temperaturi u količini 200 g za pojedini uzorak. Proizvodnja majoneze provedena je s laboratorijskim homogenizatorom model D-500 (Wiggenhauser, Njemačka) s područjem brzine rotora 10000 - 30000 o/min. Kod izrade majoneze korišten je sustav rotor/stator (rotor ER30 i stator S30F). Kontrolni uzorak majoneze

pripremljen je sa 75% uljne faze koju čini rafinirano suncokretovo ulje te navedenim ostalim sastojcima (Tablica 1). Uzorci su pripremljeni tako da se prethodno izvažu potrebni pojedini sastojci te se dodaje 1/2 suncokretovog ulja, zatim svježi žumanjak jajeta, alkoholni ocat, voda i ostali sastojci; uključuje se homogenizator te se polagano dodaje preostali dio suncokretovog ulja te se homogenizira tijekom 2 min kod brzine rotora 10000 o/min. Priprema uzoraka majoneze napravljena je pri sobnoj temperaturi svih sastojaka, a nakon izrade provedeno je mjerenje reoloških svojstava. Ostali uzorci majoneze pripremljeni su na isti način, samo što se mijenjala pojedina vrsta meda te procesni parametri homogenizacije.

Tablica 1. Receptura za pripremu majoneze s dodatkom meda (kontrolni uzorak)

Table 1 The recipe for the preparation of mayonnaise with the addition of honey (control sample)

Sastojci / Ingredients	Uzorak / Sample	
	Udio / Share (%)	Masa / Mass (g)
Rafinirano suncokretovo ulje / Refined sunflower oil	75	150
Svježi žumanjak jajeta / Fresh egg yolk	8	16
Med / Honey	3,5	7
Alkoholni ocat / Vinegar	4	8
Morska sol / Sea salt	1	2
Vinska kiselina / Tartaric acid	0,1	0,2
Destilirana voda / Distilled water	8,4	16,8
Ukupno / Total	100	200

Reološka svojstva

Mjerenje reoloških svojstava svježe pripremljenih uzoraka majoneze s medom provedeno je na rotacijskom viskozimetru, model Rheomat 15T (Švicarska), primjenom koncentričnih cilindara i konusnim mjernim tijelima u mjernom sustavu C. Ispitivanje reoloških svojstava uzoraka majoneze provedeno je pri sobnoj temperaturi (25 °C). Održavanje konstantne temperature uzoraka tijekom mjerenja s viskozimetrom postignuto je primjenom termostata model TC-501P, firme Brookfield. Tijekom mjerenja ispitivana je ovisnost smičnog naprezanja (τ) o brzini smicanja (D) u rasponu brzine smicanja 2,18 - 137,1 s⁻¹ (uzlazno mjerenje) i 137,1 - 2,18 s⁻¹ (silazno mjerenje). Iz ovako dobivenih eksperimentalnih vrijednosti određena je vrsta i tip tekućine, pri čemu je utvrđeno da su svi ispitivani uzorci majoneze imali nenenewtonovska svojstva, te pripadaju pseudoplastičnom tipu tekućina. Pomoću programa Microsoft Exel, uz primjenu metode linearne

regresije izračunate su vrijednosti reoloških parametara koeficijenta konzistencije (k) i indeksa tečenja (n).

Za izračun reoloških parametara koeficijenta konzistencije i indeksa tečenja primijenjen je Ostwald-Reinerov "stupnjevit zakon":

$$\tau = k \cdot D^n$$

τ - smično naprezanje (Pa),
 D - brzina smicanja (s⁻¹),
 k - koeficijent konzistencije (Pa·sⁿ),
 n - indeks tečenja.

Izračunavanje parametra prividne viskoznosti uzoraka majoneze provedeno je primjenom izraza:

$$\mu = k \cdot D^{n-1}$$

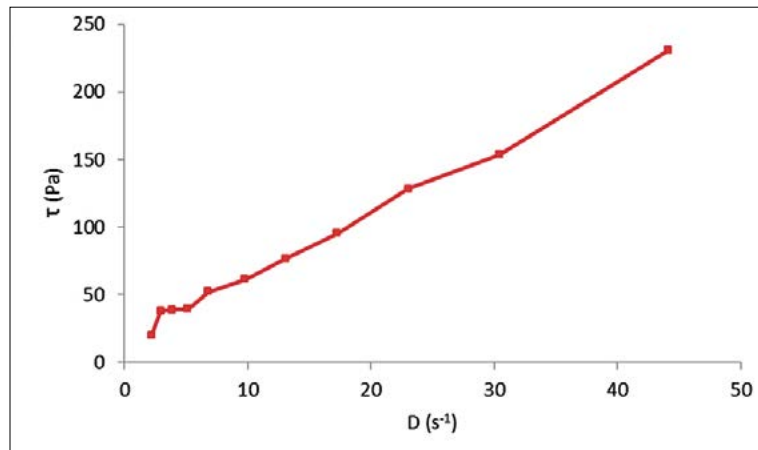
μ - prividna viskoznost (Pa·s)

Rezultati i rasprava

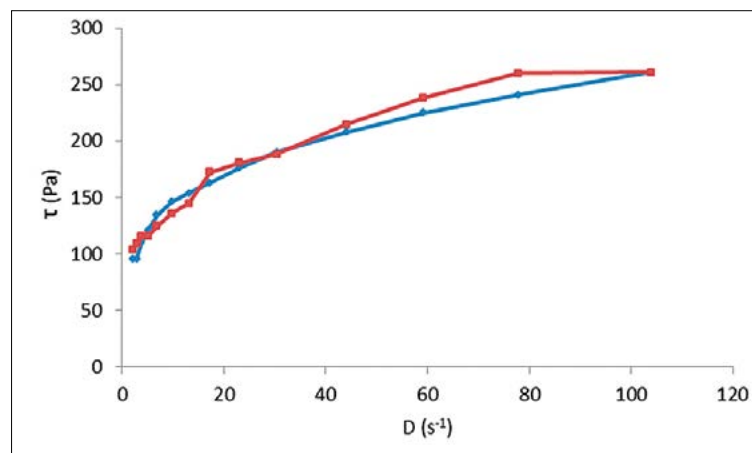
Rezultati ispitivanja utjecaja vrste meda i procesnih parametara homogenizacije kod izrade majoneze na promjenu reoloških svojstava, mjerenih pri temperaturi 25 °C prikazani su na slikama 1 i 2 te u tablicama 2-5. Na slici 1 prikazan je odnos smičnog napreznja (τ) i brzine smicanja (D) za proljetni med mjereno pri 25 °C. U dijagramu je vidljivo da med pripada newton-ovskoj

tekućini, jer je dobiven pravac koji prolazi kroz ishodište koordinatnog sustava. U tablici 2 prikazana su reološka svojstva ispitivanih vrsta meda, izražena preko reoloških parametara. Rezultati pokazuju da šumski med ima veću viskoznost i koeficijent konzistencije, a lipov med najmanju viskoznost.

Ispitivani uzorci majoneze s dodatkom meda pokazuju nenevtonovska, pseudoplastična



Slika 1. Odnos smičnog napreznja (τ) i brzine smicanja (D) proljetnog meda pri 25 °C
Figure 1 Shear stress and shear rate relationship of spring honey at 25 °C



Slika 2. Odnos smičnog napreznja (τ) i brzine smicanja (D) majoneze s bagremovim medom (10000 o/min, 2 min) pri 25 °C.

Figure 2 Shear stress and shear rate relationship of mayonnaise with acacia honey (10000 rpm, 2 min) at 25 °C.

Tablica 2. Reološka svojstva različitih vrsta meda, mjerno pri 25 °C

Table 2 Rheological properties of different types of honey, measured at 25 °C

Uzorak/Sample	μ (pri 13,12 s ⁻¹) (Pa·s)	k (Pa·s ⁿ)	n	R^2
Proljetni med/ Spring honey	4,9446	6,4789	0,8950	0,93951
Šumski med/ Forest honey	16,6509	17,302	0,9851	0,98509
Lipov med/ Linden honey	4,7719	7,3144	0,8341	0,95213
Bagremov med/ Acacia honey	5,8413	6,093	0,9837	0,97379

μ - prividna viskoznost kod brzine smicanja ($D = 13,12 \text{ s}^{-1}$) (Pa·s) / apparent viscosity at 13,12 s⁻¹, k - koeficijent konzistencije (Pa·sⁿ) / consistency coefficient, n - indeks tečenja / flow behaviour index, R^2 - koeficijent determinacije / coefficient of determination.

svojstva. Odnos smičnog naprezanja (τ) i brzine smicanja (D) majoneze pripravljene s bagremovim medom potvrđuje tu pripadnost nenevtonskim tekućinama (Slika 2).

Goshawk i Binding (1998.) te Mancini (2002.) potvrđuju da je majoneza nenevtonska tekućina i pokazuje granicu tečenja, kod pseudoplastičnog i tiksotropnog ponašanja i vremenski ovisne karakteristike. Batista i sur. (2006.) kao i Izidoro i sur. (2007.) ukazuju na ovakvo pseudoplastično ponašanje majoneze s prinosom i karakteristikama koje ovise o vremenu.

U tablici 3 prikazan je utjecaj dodatka četiri vrste meda na reološke parametre majone-

ze izrađene kod brzine rotora homogenizatora 10000 o/min i vremenu homogenizacije od 2 min, mjereno pri 25 °C. Kontrolni uzorak majoneze izrađen s bagremovim medom ima prividnu viskoznost (μ) 3,119 (Pa·s) kod brzine smicanja (D) 77,92 s⁻¹, koeficijent konzistencije (k) 77,44 (Pa·sⁿ) i indeks tečenja (n) 0,2626, mjereno pri 25 °C. Korištenjem lipovog meda kod izrade ove majoneze, dobivena je nešto veća prividna viskoznost 3,295 (Pa·s) i konzistencija prikazana koeficijentom konzistencije 78,48 (Pa·sⁿ) u odnosu na primjenu bagremovog meda. Šumski med pokazao je veću viskoznost i konzistenciju (Tablica 2) u odnosu na druge ispitivane vrste meda te je korište-

Tablica 3. Utjecaj vrste meda na reološke parametre majoneze izrađene kod brzine rotora 10000 o/min i vremenu homogenizacije 2 min, mjereno pri 25 °C.

Table 3 Influence of honey type on rheological parameters of mayonnaise made at rotor speed 10000 rpm and homogenization time 2 min, measured at 25 °C.

Uzorak/Sample	μ (pri 13,12 s ⁻¹) (Pa·s)	k (Pa·s ⁿ)	n	R ²
Proljetni med/ Spring honey	3,077	63,09	0,3065	0,96722
Šumski med/ Forest honey	3,420	101,24	0,2222	0,99006
Lipov med/ Linden honey	3,295	78,48	0,2721	0,98911
Bagremov med/ Acacia honey	3,119	77,44	0,2626	0,99375

μ - prividna viskoznost kod brzine smicanja ($D = 77,92$ s⁻¹) (Pa·s) / apparent viscosity at 77,92 s⁻¹

njem u izradi majoneze postigao i veću prividnu viskoznost 3,420 (Pa·s), koeficijent konzistencije 101,24 (Pa·sⁿ), a najmanji indeks tečenja 0,2222 (Tablica 3).

Rezultati ispitivanja utjecaja procesnih parametara homogenizacije (brzina rotora, vrijeme trajanja homogenizacije) na reološka svojstva majoneze s dodatkom meda prikazani su u tablicama 4 i 5. Izračunate vrijednosti reološkog parametra indeksa tečenja ($n = 0-1$) pokazuju da ispitivana majoneza pripada nenev-

novskim tekućinama, pseudoplastičnog tipa. U tablici 4 prikazan je utjecaj vremena homogenizacije (2 min, 4 min), kod brzine rotora 10000 o/min, na reološka svojstva majoneze s bagremovim medom izražene reološkim parametrima, mjereno pri 25 °C. Dobiveni rezultati pokazuju da se izradom majoneze tijekom 2 min homogenizacije dobiju parametri prividna viskoznost 6,247 (Pa·s) kod brzine smicanja 30,38 s⁻¹, koeficijent konzistencije 77,44 (Pa·sⁿ) te indeks tečenja 0,2626. Produženjem vremena trajanja homogenizacije

Tablica 4. Utjecaj vremena homogenizacije na reološke parametre majoneze s bagremovim medom kod 10000 o/min pri 25 °C.

Table 4 Influence of time of homogenization on rheological parameters of mayonnaise with acacia honey at 10000 rpm at 25 °C.

Uzorak/Sample	μ (pri 13,12 s ⁻¹) (Pa·s)	k (Pa·s ⁿ)	n	R ²
2 min	6,247	77,44	0,2626	0,99375
4 min	8,723	134,21	0,1993	0,96356

μ - prividna viskoznost kod brzine smicanja ($D = 30,38$ s⁻¹) (Pa·s) / apparent viscosity at 30,38 s⁻¹

kod izrade majoneze s 2 min na 4 min dobiva se emulzija veće viskoznosti 8,723 (Pa·s) i konzistencije 134,21 (Pa·sⁿ), a manji indeks tečenja 0,1993.

U tablici 5 prikazan je utjecaj brzine rotacije rotora homogenizatora (10000, 12000 o/min) tijekom 2 min pripreme majoneze s bagremovim medom na reološke parametre, mjereno pri temperaturi 25 °C. Rezultati izračunatih vrijednosti reoloških parametara ovih uzoraka pokazuju da brzina rotacije rotora također utječe na promjenu reoloških svojstava. Pripremom majoneze kod brzine rotora 10000 o/min dobivena je prividna viskoznost majoneze 6,247 (Pa·s) kod brzine

smicanja (D) 30,38 s⁻¹ i konzistencija 77,44 (Pa·sⁿ), a indeks tečenja 0,2626. Daljnjim porastom brzine rotora na 12000 o/min tijekom proizvodnje ove majoneze došlo je do stvaranja emulzije s većom prividnom viskoznosti 8,042 (Pa·s) i koeficijentom konzistencije 102,34 (Pa·sⁿ) u odnosu na primjenu brzine rotora 10000 o/min. Ova pojava može se objasniti tako što se porastom brzine rotora homogenizatora do određene vrijednosti povećava viskoznost i konzistencija majoneze, to znači da sustav emulzije ulje/voda postaje stabilniji jer je formiran veći broj sitnijih kapljica ulja koji je fino raspršen u vodenoj fazi emulzije.

Tablica 5. Utjecaj brzine rotacije rotora homogenizatora (o/min.) tijekom 2 min na reološka svojstva majoneze s bagremovim medom pri temperaturi 25 °C.

Table 5 Influence of rotation speed of homogenizer rotor (rpm) during 2 min on rheological properties of mayonnaise with acacia honey at 25 °C.

Uzorak/Sample	μ (pri 13,12 s ⁻¹) (Pa·s)	k (Pa·s ⁿ)	n	R ²
10000 o/min	6,247	77,44	0,2626	0,99375
12000 o/min	8,042	102,34	0,2549	0,98216

μ - prividna viskoznost kod brzine smicanja ($D = 30,38 \text{ s}^{-1}$) (Pa·s) / apparent viscosity at 30,38 s⁻¹

Zaključci

Ispitivani uzorci majoneze s dodatkom meda pripadaju nenevtonovskim sustavima, pseudoplastičnog tipa tekućine. Vrsta meda utječe na reološka svojstva majoneze s udjelom uljne faze 75%. Primjenom šumskog meda kod izrade majoneze dobivena su reološka svojstva s većom prividnom viskoznošću i koeficijentom konzistencije, a manjim indeksom tečenja u odnosu na primjenu proljetnog meda, lipovog meda i bagremovog meda. Majoneza izrađena s proljetnim medom ima najmanju prividnu viskoznost

i konzistenciju, a najveći indeks tečenja. Brzina rotacije rotora homogenizatora utječe na promjenu reoloških svojstava majoneze s medom. Primjenom brzine rotora 12000 o/min dobivena je majoneza s većom viskoznošću i konzistencijom, a manjim indeksom tečenja u odnosu na 10000 o/min. Vrijeme trajanja homogenizacije, kod konstantne brzine rotora, utječe na reološka svojstva majoneze s medom. Veća viskoznost i konzistencija, a manji indeks tečenja dobiveni su kod vremena homogenizacije od 4 min u odnosu na 2 min.

Literatura

- [1] Abu-Jdayil, B. (2003): Modelling the time-dependent rheological behavior of semisolid foodstuffs. *J. Food Eng.* 57, 97-102.
- [2] Akhtar, M., J. Stenzel, B.S. Murray, E. Dickinson (2005): Factors affecting the perception of creaminess of oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids* 19, 521-526.
- [3] Alvarez-Sabatel, S., I.M. Maranon, J-C. Arboleya (2018): Impact of oil and inulin content on the stability and rheological properties of mayonnaise-like emulsions processed by rotor-stator homogenisation or high pressure homogenisation (HPH). *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 48, 195-2013.
- [4] Baldwin, R.E. (1990): **Functional Properties of Eggs in Foods**. In: *Egg Science and Technology*, WJ Stadelman and OJ Cotterill (Eds), Food Products Press, New York, USA, pp 341-383.
- [5] Batista, A.P., A. Raymundo, i. Sousa, J. Empis (2006): Rheological characterization of coloured oil-in-water food emulsions with lutein and phycocyanin added to the oil and aqueous phases. *Food Hydrocolloid* 20, 44-52.
- [6] Castellani, O., C. Belhomme, E. David-Briand, C. Guerin-Dubiard, M. Anton (2006): Oil-in-water emulsion properties and interfacial characteristics of hen egg yolk phospholipids. *Food Hydrocolloids* 20, 35-43.
- [7] Cristina, I., M. Aizpurua, A. Tenuta-Filho (2005): Oxidation of cholesterol in mayonnaise during storage. *Food Chem.* 89, 611-615.
- [8] Dybowska, B.E. (2008): Properties of milk protein concentrate stabilized oil-in-water emulsions. *Journal of Food Engineering* 88, 507-513.
- [9] Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo (1999): Pravilnik o temeljnim zahtjevima za jestiva ulja i masti, margarine i njima sličnim proizvodima, majoneze, umake, preljeve, salate i ostale proizvode na bazi jestivih ulja i masti. *Narodne novine* 39/99.
- [10] Franco, J.M., A. Guerrero, C. Gallegos (1995): Rheology and processing of salad dressing emulsions. *Rheologica Acta* 34, (6), 513-524.
- [11] Goshawk, J. A., D. M. Binding (1998): Rheological Phenomena Occurring During the hearing Flow Mayonnaise. *Journal of Rheology*, 42 (6), 1537-1553.
- [12] Guilmineau, F., U. Kulozik (2007): Influence of a thermal treatment on the functionality of hens egg yolk in mayonnaise. *J. Food Eng.* 78, 648-654.
- [13] Hasenhuettl G. L., R. W. Hartel (2008): *Food emulsifiers and their applications*. Springer Science.
- [14] Izidoro, D., M-R. Sierakowski, N. Waszczynskyj, W.I.C. Haminiuk, A.P. Scheer (2007): Sensory evaluation and rheological behavior of commercial mayonnaise. *International Journal of Food Engineering*, 3 (1), Article 5.
- [15] Juszczak, L., T. Fortuna, A. Kosła (2003): Sensory and rheological properties of Polish commercial mayonnaise. *Nahrung/Food* 47, 232-235.
- [16] Kiosseoglou, V. (2003): Egg yolk protein gels and emulsions. *Current Opinion in Colloid and Interface Science* 8, 365-370.
- [17] Kostyra, E., N. Barylko-Pikielna (2007): The effect of fat levels and guar gum addition in mayonnaise-type emulsions on the sensory perception of smoke-curing flavour and salty taste. *Food Qual. Prefer.* 18, 872-879.
- [18] Laca, A., M.C. Saenz, B. Paredes, M. Diaz (2010): Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent. *Journal of Food Engineering* 97, 243-252.
- [19] Mancini, F., L. Montanari, D. Peressini, P. Fantozzi (2002): Influence of Alginate Concentration and Molecular Weight on Functional Properties of Mayonnaise. *Journal of Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35 (6), 517-525.
- [20] McClements, D.J., E.A. Decker (2000): Lipid oxidation in oil-in water emulsions: Impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems. *Journal of Food Science* 65, 1270-1282.
- [21] McClements, D.J., K. Demetriades (1998): An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38, 511-536.
- [22] Mezger T. G. (2002): *The rheology handbook*. Vincentz, Hannover, Germany.
- [23] Mine, Y. (1998): Emulsifying characterization of hens egg yolk proteins in oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids* 12, 409-415.
- [24] Narsimhan, G., Z. Wang, (2008): Guidelines for processing emulsion-based foods. In: Hasenhuettl, G.L., Hartel, R.W. (Eds.), *Food Emulsifiers and their Applications*. Springer Science+Business Media, USA, 349-389.
- [25] Raikos, V., A. McDonagh, V. Ranawana, G. Duthie (2016): Processed beetroot (*Beta vulgaris* L.) as a natural antioxidant in mayonnaise: Effects on physical stability, texture and sensory attributes. *Food Science and Human Wellness* 5, 191-198.
- [26] Ruiling, S., L. Shuangqun, D. Jilin (2011): Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise. *Food Chemistry* 126, 65-71.
- [27] Singla, N., P. Verma, G. Ghoshal, S. Basu (2013): Steady state and time dependent rheological behaviour of mayonnaise (egg and eggless). *International Food Research Journal* 20 (4), 2009-2016.
- [28] Štern, P., K. Mikova, J. Pokorny, H. Valentova (2007): Effect of oil content on the rheological and textural properties of mayonnaise. *Journal of Food and Nutrition Research* 46 (1), 1-8.
- [29] Štern, P., H. Valentova, J. Pokorny (2001): Rheological properties and sensory texture of mayonnaise. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 103, 23-28.
- [30] Wendin, K., G. Hall (2001): Influences of fat, thickener and emulsifier contents on salad dressing: static and dynamic sensory and rheological analyses. *Lebensm.-Wiss. u.- Technol.* 34, 222-233.
- [31] Wendin, K., M. Risberg Ellekjar, R. Solheim (1999): Fat Content and Homogenization Effects on Flavour and Texture of Mayonnaise with Added Aroma. *Lebensm.-Wiss. u.- Technol.* 32, 377-383.
- [32] Xiong, R., G. Xie, A.S. Edmondson (2000): Modelling the pH of mayonnaise by the ratio of egg to vinegar. *Food Control* 11, 49-56.

Dostavljeno: 03.11.2020.

Prihvaćeno: 22.11.2020.

The influence of honey type and homogenization on rheological properties of mayonnaise

Abstract

Rheological measurements are quite relevant in the food industry as a tool for physical characterization of raw material prior to processing, for intermediate products during manufacturing, and for finished foods. This paper shall research the influence of honey types, rotor speed and homogenisation time on the rheological properties of the mayonnaise with honey. Following types of honey were used: acacia, linden, forest, spring. Refined sunflower oil (linoleic type) was used to make mayonnaise. The mechanical process of homogenisation of the mayonnaise has been done at 10.000 rpm, 12.000 rpm for 2 and 4 minutes at room temperature. Mayonnaise with a 75% oil phase is made according to the traditional recipe without added conservatives, which limits its durability. The rheological measurements were performed on a rotating viscometer with concentric cylinders, at 25°C. With the use of these results the rheological parameters of apparent viscosity, consistency coefficient and flow behaviour index have been calculated. Research results show that the types of honey influence the rheological properties of the mayonnaise with honey. An increase of rotor speed and the homogenisation process time alter the rheological properties of the mayonnaise.

Key words: mayonnaise, rheological properties, homogenization process, types of honey

Einfluss der Honigsorte und Homogenisierung auf die rheologischen Eigenschaften von Mayonnaise

Zusammenfassung

Rheologische Messungen sind in der Lebensmittelindustrie als Werkzeug für die physikalische Charakterisierung von Rohstoffen vor der Verarbeitung, für Zwischenprodukte während der Herstellung und für fertige Lebensmittel von großer Bedeutung. In diesem Beitrag soll der Einfluss von Honigsorten, Rotordrehzahl und Homogenisierungszeit auf die rheologischen Eigenschaften der Mayonnaise mit Honig untersucht werden. Folgende Honigsorten wurden verwendet: Akazien-, Linden-, Wald-, Frühlingshonig. Zur Herstellung von Mayonnaise wurde raffiniertes Sonnenblumenöl (Linolsorte) verwendet. Der mechanische Prozess der Homogenisierung der Mayonnaise wurde bei 10.000 U/min, 12.000 U/min für 2 und 4 Minuten bei Raumtemperatur durchgeführt. Die Mayonnaise mit einer Ölphase von 75% wird nach einer traditionellen Rezeptur ohne Zusatz von Konservierungsstoffen hergestellt, was ihre Haltbarkeit einschränkt. Die rheologischen Messungen wurden auf einem Rotationsviskosimeter mit konzentrischen Zylindern bei 25°C durchgeführt. Mit Hilfe dieser Ergebnisse wurden die rheologischen Parameter berechnet: scheinbare Viskosität, Konsistenzkoeffizient und Fließverhaltensindex. Die Forschungsergebnisse zeigen, dass die Honigsorten die rheologischen Eigenschaften der Mayonnaise mit Honig beeinflussen. Eine Erhöhung der Rotordrehzahl und die Zeit des Homogenisierungsprozesses verändern die rheologischen Eigenschaften der Mayonnaise.

Schlüsselwörter: Mayonnaise, rheologische Eigenschaften, Homogenisierungsprozess, Honigsorten

La influencia del tipo de miel y de la homogeneización sobre las propiedades reológicas de la mayonesa

Resumen

Las mediciones reológicas son muy importantes en la industria alimentaria como medio de caracterización física de las materias primas antes del procesamiento, de los productos semielaborados durante la producción y de los alimentos listos para el consumo. En este trabajo fueron investigadas la influencia del tipo de miel, la velocidad del rotor y el tiempo de homogeneización sobre las propiedades reológicas de la mayonesa con miel. Los tipos de miel utilizados fueron: de acacia, de tilo, de bosque y de primavera. Para hacer la mayonesa fue utilizado el aceite de girasol refinado (tipo linóleo). El proceso mecánico de homogeneización de la mayonesa se realizó a 10000 rpm, 12000 rpm y durante 2 y 4 minutos a temperatura ambiente. La mayonesa con 75% de fase oleosa fue elaborada según una receta tradicional sin conservantes añadidos, lo que limita la durabilidad del producto. Las mediciones de las propiedades reológicas se realizaron en un viscosímetro rotatorio con cilindros concéntricos, a una temperatura de 25 ° C. Fueron calculados los parámetros reológicos de los datos obtenidos: la viscosidad aparente, el coeficiente de consistencia y el índice de flujo. Los resultados de la investigación muestran que el tipo de miel afecta las propiedades reológicas de la mayonesa con miel. A medida que aumenta la velocidad del rotor y la duración del proceso de homogeneización, cambian las propiedades reológicas de la mayonesa.

Palabras claves: mayonesa, características reológicas, proceso de homogeneización, tipo de miel

Influenza del tipo di miele e dell'omogeneizzazione sulle proprietà reologiche della maionese

Riassunto

L'applicazione della misura delle proprietà reologiche ha una grande importanza nell'industria alimentare come il mezzo per la caratterizzazione fisica della materia prima, prima della sua lavorazione, dei prodotti semilavorati durante la produzione e degli alimenti finiti. Con il presente lavoro di ricerca è stata studiata l'influenza del tipo di miele, della velocità del rotore e del tempo di omogeneizzazione sulle proprietà reologiche della maionese al miele. Sono stati usati i seguenti tipi di miele: di acacia, di tiglio, di bosco e millefiori (primaverile). Nella produzione della maionese è stato utilizzato l'olio di girasole raffinato (linoleico). Il processo meccanico di omogeneizzazione della maionese è stato effettuato a 10 000 giri/minuto, 12 000 giri/minuto e per 2 e 4 minuti a temperatura ambiente. La maionese con il 75% di fase oleosa è stata prodotta secondo una ricetta tradizionale senza conservanti aggiunti e quindi il prodotto è di una durata limitata. Le misure delle proprietà reologiche sono state eseguite su un viscosimetro rotante a cilindri concentrici, alla temperatura di 25°C. Dai dati ottenuti sono stati calcolati i parametri reologici: viscosità apparente, coefficiente di consistenza e indice di flusso. I risultati della presente ricerca mostrano che il tipo di miele influisce sulle proprietà reologiche della maionese al miele. All'aumentare della velocità del rotore e della durata del processo di omogeneizzazione, cambiano le proprietà reologiche della maionese.

Parole chiave: maionese, proprietà reologiche, processo di omogeneizzazione, tipo di miele